心理学报 2023, Vol. 55, No. 10, 1608−1619
Acta Psychologica Sinica

https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2023.01608

4~6 岁幼儿口语产生中句法结构和动词重复的作用：来自句法启动的证据*

王 阳[1,2] 张琳爽[1] 崔楠楠[1] 吴 岩[1,3]

([1]东北师范大学心理学院，长春 130024) ([2]新疆师范大学心智发展与学习科学重点实验室，乌鲁木齐 830017)
([3]吉林省认知神经科学与脑智发展重点实验室，长春 130024)

摘 要 4~6 岁是幼儿句法习得的关键期，此阶段的句法表征是否受到词汇信息的影响尚存理论争议。采用句法启动范式中的句子重复−图片描述任务，以句法选择比率为指标，借助汉语及物结构(主动句、把字句和被动句)，分析了幼儿在句子产生时句法结构和动词重复的作用。结果显示三种句法结构都诱发了抽象启动效应，证实幼儿在习得汉语句法知识时不依赖词汇信息。同时，动词重复只有在大龄幼儿(5~6 岁)主动句的启动中才能提升启动量，表明动词增强效应与幼儿年龄以及句法结构偏好有关。此外，因句法结构偏好差异，三种结构间产生了逆偏好效应。以上结果可以从内隐学习理论的角度进行解释。

关键词 幼儿，句子产生，抽象启动效应，词汇增强/依赖效应，句法结构偏好

分类号 B842; B844

1 引言

言语产生(speech production)是个体利用口头语言表达思想的心理过程，分为词汇产生与句子产生两个部分(杨玉芳, 2015)。其中作为语言结构的核心成分，句子产生涉及到语法加工问题(Levelt & Wheeldon, 1994)。特别是在言语习得之初，幼儿为了表达复杂完整的信息就需要掌握语法规则将不同类别的词汇组合起来，从而产生符合语言习惯的句子。因此，如何阐释幼儿句子产出时句法信息与词汇信息的作用关系始终是言语习得领域的焦点话题(Fisher, 2002; Tomasello, 2000)。近年来，研究者借助句法启动这一在成人语言加工领域应用成熟的实验范式尝试回答该问题，然而结论多来自于印欧语系且尚存争议。为此本文聚焦汉语语法特征，探讨了学前儿童在句法启动时句子习得的认知机制。

句法启动(syntactic priming)是指在语言产生或理解时，个体倾向于重复使用刚刚加工过(说、听或读)的特定句法结构来表达句子语义的现象(Bock, 1986; Pickering & Ferreira, 2008; 陈庆荣, 2012)。其中，抽象启动效应(abstract priming effect)代表了启动句和目标句间共享抽象句法知识时的启动量变化，可以有效揭示句法加工机制。Bock (1986)首次发现成人在说出被动句(The compromise is suggested by the chairman)后，比说出主动句(The drunk is jostling the passerby)后，更容易产生被动句(The passerby is jostled by the drunk)。随后，研究者还发现当启动句和目标句间存在词汇重复(如动词)时，成人会产生词汇增强效应(lexical boost effect，即词汇重复后的启动效应显著增大)，表明句子表征时句法信息与词汇信息间存在交互作用(Mahowald et al., 2016; 黄健 等, 2022)。因此，作为一种考察语言加工过程的理想手段，与聚焦外显行为的自发言语观察任务相比，启动范式更适宜深入回答句法知

收稿日期: 2022-11-28

* 国家教育部人文社科基金项目(21YJCZH178)；吉林省社会科学基金项目(2021B148)；吉林省教育厅科学研究重点项目(JJKH20231279SK)资助。

通信作者：吴岩, E-mail: wuy399@nenu.edu.cn.

识何时以及如何表征等问题(Branigan & Pickering, 2017)。目前该范式已经广泛应用于儿童语言习得领域(Gámez & Shimpi, 2016; Huttenlocher et al., 2004; Kumarage et al., 2022; Savage et al., 2003)。然而，幼儿究竟是如何获得抽象句法表征能力？该问题无论在理论阐释还是研究实践上尚未达成一致。

有关句法信息和词汇信息的作用关系，内隐学习理论(implicit learning theory)认为抽象启动效应和词汇增强效应产生于两种不同的加工机制(即双路径模型，dual-path model)。前者引发自一种基于错误驱动的句法规则学习策略。个体在句子产生时会不断评估词汇间的差异，当出现不匹配的错误信息时就会重新调整已习得的句法知识。后者则被归因于工作记忆对词汇信息的加工。充当记忆检索的词汇信息能有效激活短时记忆，从而诱发更高强度的启动效应(Chang et al., 2006, 2012; 黄健 等, 2022)。因此，该理论认为幼儿一旦掌握了某一句法结构(如被动句)就会产生抽象启动效应，但由于幼儿记忆能力尚未成熟，难以像成人一样形成、储存或提取信息，因此词汇增强效应不会立即出现，而是随着年龄增长才能被诱发。

相反，剩余激活理论(residual activation theory)则认为抽象启动效应和词汇增强效应均源自于启动句与目标句间各类词汇在心理词典中关联节点的特异性连接。区别在于前者由特定句法结构节点间的相似性连接所致，后者则源于句法结构与中心词(如动词)间节点的交互激活(Pickering & Branigan, 1998; 黄健 等, 2022)。考虑到幼儿语言发展的独特性，有研究者通过将剩余激活理论与早期的语言习得理论(即早期抽象假说与基于使用假说)相结合预测了幼儿句法表征的性质(Branigan & McLean, 2016; Kumarage et al., 2022; Rowland et al., 2012)。其中，早期抽象假说(early abstraction account)认为幼儿先天拥有一种高于词汇水平的句法引导(syntactic bootstrapping)策略，句法知识的发展不依赖于词汇信息(Fisher, 2002)。基于使用假说(usage-based lexicalist account)则认为幼儿的抽象句法并不是先天赋予，而是在使用特定词汇(如动词、代词)过程中利用语言经验将句子结构与语义逐渐抽象化的结果(Tomasello, 2000)。在此基础上，Kumarage 等(2022)把“剩余激活”与“早期抽象”合并提出了剩余激活的早期句法模型(RA-Early Syntax)。幼儿如果天生就具备“心理语法”技能，那么只要幼儿习得某一句法结构就能同时产生抽象启动效应和词汇增强效应。同时把“剩余激活”与“基于使用”合并提出了剩余激活的晚期句法模型(RA-Later Syntax)。幼儿只有通过语言经验积累才能获得句法知识，不会过早产生抽象启动效应，而是先诱发词汇依赖效应(lexical dependent effect)，即幼儿只有依赖词汇信息才能习得抽象句法知识。

综上所述，关于幼儿如何习得句法的分歧点聚焦于以下两点：一是幼儿究竟是依赖还是独立于词汇信息而习得抽象句法知识？二是词汇信息的激活是否会增强幼儿的抽象句法表征能力？采用句法启动范式，研究者首先考察了幼儿句法习得对词汇信息的依赖性。例如，Huttenlocher 等(2004)以及物结构(主动句：The river flooded the town; 被动句：The town was flooded by the river)和与格结构(双宾语句：The boy is feeding the dog a bone; 介词宾语句：The boy is feeding a bone to the dog)为语料发现，当给幼儿(4.1~5.8 岁)观看并描述启动图片后，无论是否复述启动句，在观看目标图后都倾向于产出与启动句相似结构的句子。说明 4~6 岁幼儿具备了不依赖于词汇重复的抽象句法表征能力，后继研究也支持了这一结论(Messenger, 2021; Messenger et al., 2011; Shimpi et al., 2007)。

然而，也有研究者发现 4 岁幼儿只有在词汇高重复条件(即代词与动词都重复，It is catching it/It got caught by it)中才能诱发抽象启动效应，6 岁幼儿也只有在动词重复时才能产生抽象启动效应(Savage et al., 2003, 2006)。该结果支持了“晚期句法模型”，幼儿只有依赖特定的词汇信息才能习得抽象句法知识。更为重要的是，另有研究者发现词汇重复并不影响幼儿句法表征的起源，而是表现在相同词汇激活会增强句法表征能力上。也就是说，虽然无论启动句和目标句间动词是否重复都可以产生抽象启动效应，但是词汇重复却能进一步增强启动效应，即幼儿会像成人一样诱发词汇增强效应(Branigan et al., 2005; Branigan & McLean, 2016)。例如，Branigan 与 McLean (2016)发现 4 岁幼儿在被动句启动时能够同时诱发抽象启动效应与词汇增强效应，验证了“早期句法模型”。然而，也有研究者发现幼儿(3~6 岁)尚不能诱发词汇增强效应，更支持内隐学习理论，即词汇的作用依赖于工作记忆，需要幼儿的认知能力发展到一定程度(Foltz et al., 2015; Peter et al., 2015; Rowland et al., 2012)。

可见，幼儿句法习得问题的争议焦点在词汇信息的作用上。但值得注意的是，早期语言经验也是

影响幼儿句法习得的关键因素(Gámez & Shimpi, 2016; Huttenlocher et al., 2010; Kidd, 2012)。例如, Huttenlocher 等(2010)采用追踪研究发现, 养育者在日常话语中使用的偏好结构会更早地出现在幼儿(1.2~4.0 岁)的言语表达中。事实上, 研究者将句法结构偏好现象(syntactic structure preferences)视为过度化规则的结果。幼儿在后天语言环境中会基于句法结构使用偏好来调整句子产出, 过高的主动化倾向会导致被动句的使用退化(Bybee, 2006)。成人研究已将句法结构偏好看作影响句法启动效应的关键因素之一(Segaert et al., 2016; 于宙, 张清芳, 2020)。然而, 目前幼儿研究关注于非偏好结构(如被动句)是否诱发启动效应来验证幼儿的抽象句法的起源问题, 尚未将句法结构偏好作为变量来考察幼儿的句法表征机制(Messenger, 2021; Rowland et al., 2012)。但事实上, 句法结构偏好不仅会影响幼儿抽象句法表征能力的发展, 而且会对词汇信息与不同偏好程度句法结构间的启动效应产生间接影响。因此, 关注句法结构偏好将会进一步推进现有理论的发展。根据内隐学习理论, 我们预期句法结构和动词重复可能存在交互, 偏好结构(主动句)在动词重复后的启动效应会更强(Segaert et al., 2016)。原因在于产出偏好结构时工作记忆的负荷较低, 幼儿能够将更多的注意力集中在词汇信息上。同时, 由于结构的非偏好程度越高, 基于错误估计而产生的预期估计就越强, 因此当启动句为非偏好结构(如被动句)时会产生比偏好结构(如主动句)更强的启动效应, 出现逆偏好效应(inverse preference effect)。相反, 早/晚期句法模型则认为由于偏好结构储存了更多的范例从而增加了句法与词汇节点激活扩散的可能性, 因此将诱发正偏好效应(positive preference effect)。

此外, 值得一提的是上述研究多以英语为主, 较少涉及其他语种。然而在句法特征上, 汉语和以英语为代表的印欧语系存在较大差别。首先, 与印欧语系不同, 汉语是一种不依赖形态变化(如没有标记词性和状态的后缀)的孤立语, 借助相对更灵活的语序、虚词等手段表述语法关系, 缺乏识别句法信息的直接线索(邵敬敏, 2016)。某种程度上汉语不存在独立于语义的句法结构, 而是依赖语境或语用线索整合句子含义(徐通锵, 2001; 沈家煊, 2017)。因此, 如果句法习得依赖于词汇信息, 那么在汉语句法启动时产生的词汇依赖效应会更强。反之, 如果在汉语中也未诱发出词汇依赖效应, 那么就证实了句法表征独立于词汇表征的本质。第二, 在及物结构的转换与习得方面, 印欧语系普遍遵循任意的、无条件的习得规则。幼儿通常在掌握主动句后需要通过转换训练习得被动句, 3 岁以后才会产生被动句, 远远晚于主动句(Messenger & Fisher, 2018)。然而, 汉语被动句的习得并非完全源于主动句转换, 幼儿一般 1.5 岁习得主动句, 2 岁就开始产生被动句, 两种结构的萌芽时间比较接近(周国光, 1994)。第三, 与英语不同, 汉语被动句不仅代表被动语态, 而且含有感情色彩(如“被批评”表示不如意)。最后, 汉语中还存在把字句这种特殊句式。可见, 汉语及物结构具有鲜明的语法特点, 很有必要考察幼儿汉语句法习得的机制。

但遗憾的是, 关于汉语儿童句法习得的研究还十分有限。仅个别研究借助自发语言观察(Hsu, 2018; 周国光, 1994)或句法启动(Hsu, 2014a, 2014b, 2019)任务对幼儿的句子产生情况进行了现状描述。其中, Hsu 团队以汉语主动句(小狗抱住了小猫)和把字句(小狗把小猫抱住了)为语料, 考察了 3~6 岁幼儿把字句的启动效应。结果显示, 幼儿在 3 岁时就能诱发把字句的抽象启动效应, 启动效应量在 3 岁、4 岁和 6 岁幼儿中没有区别。然而该系列研究并未操纵词汇信息且只关注了把字句, 尚未完全揭示汉语句法习得的规律, 不清楚幼儿句法产生与动词重复、句法结构偏好间的作用关系。

因此, 在增加被动句启动条件的情况下, 我们探究了词汇信息和句法结构偏好对幼儿句法习得的作用。词汇信息通过动词重复进行操纵, 句法结构偏好通过句法选择比率进行控制。以往研究发现汉语主动句、把字句和被动句的使用频率均不同, 主动句最高, 把字句次之, 被动句最低(Hsu, 2018; Sun & Givón, 1985)。此外, 为了客观评估自然言语中幼儿的句法结构偏好, 我们在启动类型中设置了基线条件。基线句(小猫躲在桌子下)无法转换成上述三种实验结构。我们也关注了年龄因素, 尽管 Hsu (2019)没有在把字句启动中发现抽象启动效应的年龄差异, 但是该结论并不能推测主动句和被动句的习得情况。

综上, 根据“内隐学习理论”和“早期句法模型”(Kumarage et al., 2022; Rowland et al., 2012), 我们预期三种句法结构都能诱发抽象启动效应, 区别在动词重复的作用上。内隐学习理论预测由于个体工作记忆的差别, 词汇增强效应不会被过早诱发, 会受到年龄和句法结构偏好的调节。早期句法模型则

预测词汇增强效应与年龄无关，会与抽象启动效应同时出现。然而，与前两种理论相反，晚期句法模型预测幼儿不能直接诱发抽象启动效应，只有在动词重复时才能产生句法表征(即诱发词汇依赖效应)，且句法结构和年龄存在交互关系，结构越偏好抽象启动效应越早诱发。同时，在比较三种句法结构间的启动效应时，内隐学习理论预测由于错误学习驱动机制，幼儿会诱发逆偏好效应(即非偏好结构的启动效应更强)，而早/晚期句法模型则预测由于偏好结构的剩余激活更强，幼儿会诱发正偏好效应。

2　方法

2.1　被试

参考 Branigan 与 McLean (2016)计算启动效应功效(Faul et al., 2009)，该研究的实验语料、研究程序、研究对象与本研究较为接近。采用 G*Power 3.1.9.7 软件，选择重复测量方差分析计算统计检验力。结果显示，当检验力为 80%、参照效应量(f = 1.75 与 f = 0.2, α = 0.05)时，样本量为 74 人。实际招募 77 名幼儿，女生 39 人(占 50.6%)，平均年龄为 4.41 岁(SD = 0.63)。所有幼儿均来自普通阶层家庭，汉语为母语。通过韦氏幼儿智力量表(WPPSI-Ⅳ)评估发现，幼儿在言语智力(语言理解)与非言语智力(工作记忆、视觉空间、流体推理和加工速度)等方面均发育正常。

2.2　实验设计和材料

实验采用 4×2 被试内设计，自变量为启动类型(主动句 vs. 把字句 vs. 被动句 vs. 基线句)和动词类型(不重复 vs. 重复)。实验材料为动态图片(格式为 gif)，每帧时间设置为 1~3 秒。每张动图的内容均由施事、动词与受事三部分组成。其中，施事均为有生命物体，受事为无生命物体。如图 1 所示，在动词不重复条件下，启动图和目标图的动作不同(如：关上/吃掉)；动词重复时，启动图和目标图的动作相同(如：抱起/抱起)。在观看目标图后，幼儿可以采用三种不同的句法结构(即主动句、把字句和被动句)进行表述。例如，在图 1 的目标句中，无论动词重复与否或者启动条件为基线情况，幼儿都可以采用三种不同方式描述图片内容，即“小狗抱起了西瓜”、“小狗把西瓜抱起来了”、“西瓜被小狗抱起来了”。

整个实验包括 4 种启动条件，分别为主动句、把字句、被动句和基线句。主动句、把字句和被动句可以互相转换，均包含“施事、受事、动词和标记词‘了’”。基线句是以介宾结构(趋向动词+方向介词)做补语的简单句，例如“小猫躲在桌子下”。基线同样满足有生命和无生命的对应关系，但基线句却不能转换。此外，为确定实验材料都是幼儿可理解的句子，邀请 51 位幼儿园教师，根据 4~6 岁儿童语言发展水平对实验材料的可理解程度进行了评估。结果显示对于幼儿来说，实验材料的可理解性都较好(M = 4.12, SD = 0.13) (Likert 5 点评分，5 = 完全能理解)。

由于 3 种启动条件下(主动、把字和被动)的目

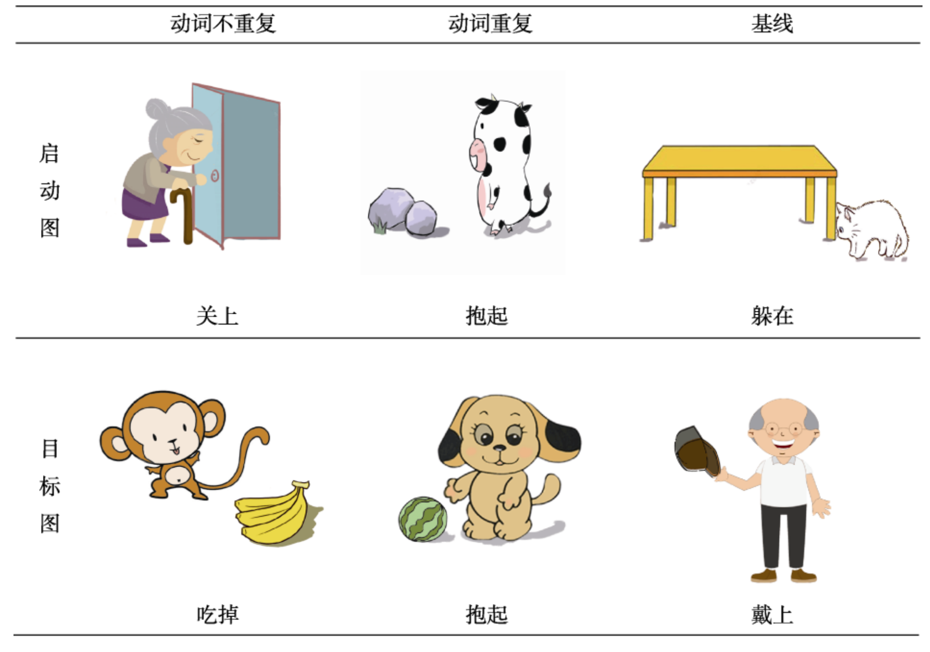


图 1　实验材料示例

标刺激均相同，为了避免幼儿看到相同的图片，研究采用拉丁方设计，形成 3 个版本的实验材料(动词相同和不同分开进行)。每个版本中 36 个目标刺激分别对应 3 种启动条件中的一种(3 种及物结构各 12 个)。同时将 12 个基线句添加到每一个系列中，基线句的存在一定程度上也可以起到填充作用。采用伪随机方法，通过跨被试平衡，保证每个条件在另一个条件前后出现的次数相同。每个版本共包含 48 个试次。

2.3 实验程序

实验在一个独立通风的房间完成，采用一对一的方式进行测试。主试为两名经过专业培训的硕士研究生。图片以动画的方式通过 PPT 在电脑屏幕上呈现。实验中，首先告诉幼儿我们在玩一个“猜图游戏”，游戏的内容就是轮流描述动画中的内容(具体指导语见网络版附录 A)。然后，屏幕上会出现启动图，主试选择一种句法结构描述动图内容，随后要求幼儿重复一遍。随后呈现目标图，幼儿单独描述动图内容。主试记录幼儿的反应。此外，为了让幼儿熟悉实验流程，实验前会有一个练习阶段，每种句法结构出现一次，实验材料与正式实验不同。每个幼儿均参加两轮测试(中间间隔 14 天)，实验顺序采用跨被试平衡，一半幼儿先完成动词重复实验，另一半幼儿先完成动词不重复实验。

3 结果与分析

本研究共产生 7392 个句子。采用与成人研究相类似的判断标准(Hsu, 2014b)，对幼儿产出的句子进行编码。只有主、谓、宾三个成分都出现(忽略标记语“了”)，语序正确的句子才进行编码。其中，主动句为 4029 个试次(54.5%)、把字句 2838 个试次(38.4%)以及被动句 493 个试次(6.7%)。剔除其它句型和错误产出的句子，包括图片描述错误、无法进行描述、语句不通顺以及无实际意义语句，约 32 个(0.4%)。

3.1 描述统计结果

句法选择比率(syntactic choices ratio)是指在启动不同句法结构后，幼儿描述图片时选用某一句法结构的比率(Bock, 1986)。表 1 和图 2 分别呈现了不同启动条件下的主动句、把字句和被动句的选择比率。在基线条件下，主动句的选择比率均占绝对优势，把字句次之，被动句最少(动词不重复：χ^2 = 926.43, df = 2, p < 0.001；动词重复：χ^2 = 568.73, df = 2, p < 0.001)。此结果说明无论动词是否重复，主动句都是 4~6 岁汉语幼儿句法偏好结构，而把字句和被动句则为非偏好结构。

表 1 不同启动条件下三种句法结构的句法选择比率

动词类型	启动类型	目标类型		
		主动句	把动句	被动句
不重复	主动句	0.818(755)	0.180(166)	0.002(2)
	把动句	0.250(231)	0.739(683)	0.011(10)
	被动句	0.499(461)	0.286(264)	0.215(199)
	基线句	0.791(730)	0.206(190)	0.003(3)
重复	主动句	0.776(712)	0.217(199)	0.007(6)
	把动句	0.243(223)	0.740(679)	0.016(15)
	被动句	0.347(318)	0.383(351)	0.270(248)
	基线句	0.655(599)	0.334(306)	0.011(10)

注：()内是该句法结构的启动次数。

3.2 广义线性混合模型分析结果

3.2.1 抽象启动效应与词汇依赖/增强效应

在因变量为类别变量时，为平衡被试和项目的随机效应(随机截距与随机斜率)，采用广义线性混合模型(genaralized linear mixed model, GLMM)进行推断统计(Jaeger, 2008)。模型构建与分析采用 R

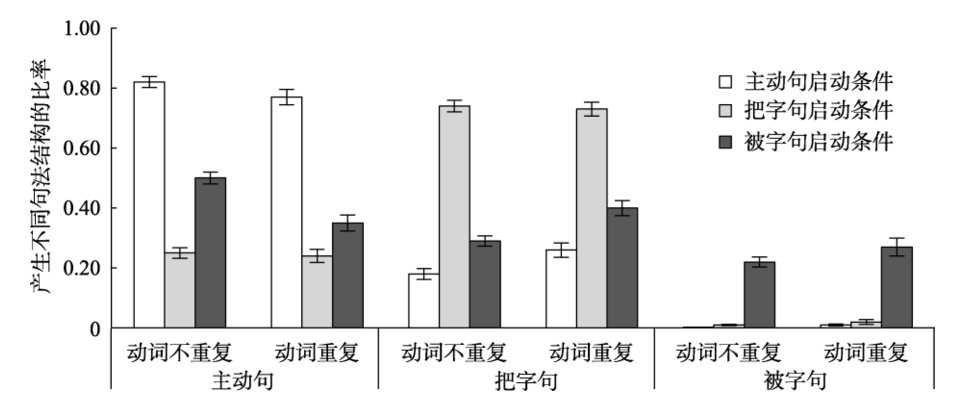


图 2 主动句、把字句和被动句启动条件下三种句法结构的句法选择比率(误差棒为 *se*)

语言中 lme4 程序包的 glmer ()函数(Bates et al., 2014, 2018)。由于因变量的反应类型包括三种句法结构，因此在分析主动句启动效应时，将幼儿产出的主动句反应编码为 1，其它(即把字句与被动句反应)编码为 0，建立关于主动句反应的混合模型。同理，依次构建把字句(把字句反应 = 1，其它 = 0)和被动句(被动句反应 = 1，其它 = 0)的混合模型。三个模型分别预测主动句、把字句和被动句启动的 logit 变化比率(logit-transformed likelihood)。

将启动类型、动词类型和年龄设为固定因子，幼儿对某一句法结构的反应为因变量。对分类变量(启动类型和动词类型)进行虚拟编码，并中心化处理连续变量(年龄)。模型中呈现了各条件下的简单效应，并将在基线启动(启动类型 = 0)且动词不重复(动词类型 = 0)时的启动概率设置为参考水平(即截距)。根据最大随机效应(maximal random effects)原则建立全模型(包括三个固定因子的主效应与交互作用，以及被试和项目的全部随机效应)(Brown, 2021)。如果全模型不能收敛，则删除随机相关项。如果仍不能收敛，则采用主成分分析比较模型中的随机效应方差，删除贡献率等于或小于零的随机效应，简化模型直到收敛且没有报告奇异拟合警告为止。最后，采用方差分析，对收敛模型与零模型(不包括固定因子)进行似然比检验(Likelihood-ratio tests)，并借助 Anova ()、emmeans ()等函数计算模型的固定效应、主效应以及简单效应等。

结果显示，三种句法结构的最优收敛模型均包含了全部固定因子(即启动类型、动词类型和年龄及其交互作用)以及部分项目和被试的随机效应。其中，主动句启动(模型 1)包含 2 个随机截距和 17 个随机斜率；把字句启动(模型 2)包含 2 个随机截距和 19 个随机斜率；被动句启动(模型 3)包含 2 个随机截距和 12 个随机斜率(随机效应参见网络版附录 B)。似然比检验显示，收敛模型与零模型的差异均显著(主动句：$\chi^2 = 221.62$, $df = 15$, $p < 0.001$；把字句：$\chi^2 = 192.59$, $df = 15$, $p < 0.001$；被动句：$\chi^2 = 191.27$, $df = 15$, $p < 0.001$)，表明收敛模型比零模型对数据的拟合更好。三个模型的最优拟合模型的固定效应分析见表 2。其中，β 值代表模型的对数概率(log-odds)，当 β 为正数时表示该句法结构的选择概率增大。

三个模型中启动类型的主效应均显著(主动句：$\chi^2 = 488.81$, $df = 3$, $p < 0.001$；把字句：$\chi^2 = 463.69$, $df = 3$, $p < 0.001$；被动句：$\chi^2 = 236.04$, $df = 3$, $p < 0.001$)。简单效应发现，在主动句反应(模型 1)中主动句的启动效应与基线、把字句与被动句的启动效应均存在显著差异(基线：$p = 0.002$；其余：$ps < 0.001$)，说明幼儿选择主动句的可能性均显著高于基线、把字句与被动句。同理，在把字句反应(模型 2)或被动句反应(模型 3)中，该句法结构的启动效应与基线以及其它两种句法结构的启动效应也均存在显著差异($ps < 0.001$)。该结果表明无论动词是否重复，三种句法结构都能产生抽象启动效应，幼儿的抽象句法表征并不依赖于词汇表征。

此外，在主动句反应(模型 1)中，启动类型与动词重复的交互作用显著($\chi^2 = 9.65$, $df = 3$, $p = 0.022$)，启动类型、动词重复与年龄交互作用显著($\chi^2 = 13.95$, $df = 3$, $p = 0.003$)。简单效应分析表明，大龄幼儿(5~6 岁, $n = 17$)在动词重复条件下主动句的启动效应显著大于动词不重复条件($\beta = 1.58$, $SE = 0.47$, z = 3.35, $p = 0.001$)，但在小龄幼儿(3~4 岁，$n = 60$)中没有发现这种差异($\beta = -0.82$, $SE = 0.48$, z = −1.70, $p = 0.089$)。说明动词重复只有在大龄幼儿中才会对主动句诱发词汇增强效应。在把字句反应(模型 2)中，虽然启动类型、动词重复和年龄间也存在交互作用($\chi^2 = 15.53$, $df = 3$, $p = 0.001$)，但是简单效应分析发现，在大龄幼儿($\beta = 0.64$, $SE = 0.42$, z = 1.52, $p = 0.129$)或小龄幼儿($\beta = 0.06$, $SE = 0.38$, z = 0.17, $p = 0.867$)中都没有发现把字句启动效应在动词重复或不重复两个水平下的差异，说明动词重复未有效增强幼儿对把字句的句法选择比率。最后，在被动句反应(模型 3)中，启动类型、动词重复和年龄间不存在交互作用($\chi^2 = 0.38$, $df = 3$, $p = 0.943$)，说明被动句的启动效应不受动词重复与年龄的影响。

3.2.2　句法结构偏好效应

依据 Segaert 等(2016) 的计算规则，分别比较三种结构启动条件下的句法选择率与基线条件下的句法选择率(即混合模型中的 β 值)，若偏好结构的启动量大于非偏好结构则诱发正偏好效应，反之为逆偏好效应。本研究显示把字句($\beta_{动词不重复} = 2.83$、$\beta_{动词重复} = 2.32$)、被动句($\beta_{动词不重复} = 4.47$、$\beta_{重复} = 3.77$)的启动效应均大于主动句($\beta_{动词不重复} = 0.34$、$\beta_{动词重复} = 0.96$)。说明无论动词是否重复，幼儿在非偏好结构(把字句和被动句)为启动句时产生了比偏好结构(主动句)为启动句时更大的启动量，诱发了逆偏好效应，且越是非偏好结构启动效应越强。

表 2　不同启动条件下三种句法结构混合效应模型的固定效应

自变量	主动句(模型 1)				把字句(模型 2)				被动句(模型 3)			
	β	*SE*	*Wald Z*	*p*	*β*	*SE*	*Wald Z*	*p*	*β*	*SE*	*Wald Z*	*p*
截距	0.29	0.09	3.01	0.003**	−0.63	0.08	−7.47	<0.001***	−5.11	0.23	−22.30	<0.001***
主效应												
年龄	0.10	0.11	0.90	0.37	−0.06	0.10	−0.64	0.52	−0.05	0.29	−0.15	0.88
主动句	0.65	0.21	3.15	0.002**	−0.60	0.18	−3.37	0.001***	−1.25	0.67	−1.86	0.06.
把字句	−2.66	0.21	−13.40	<0.001***	2.58	0.18	14.15	<0.001***	−0.66	0.57	−1.17	0.24
被动句	−1.61	0.19	−8.51	<0.001***	0.37	0.17	2.26	0.02*	4.24	0.39	10.87	<0.001***
动词重复	−0.47	0.20	−2.33	0.02*	0.34	0.19	1.84	0.07.	0.63	0.34	1.86	0.06.
二阶交互												
年龄：主动句	0.02	0.20	0.13	0.90	−0.02	0.18	−0.11	0.91	−0.22	1.08	−0.21	0.84
年龄：把字句	−0.57	0.18	−3.20	0.001***	0.53	0.20	2.70	0.007**	0.48	0.78	0.61	0.54
年龄：被动句	−0.03	0.16	−0.16	0.87	0.17	0.16	1.09	0.28	−0.07	0.62	−0.11	0.91
年龄：动词重复	0.33	0.24	1.36	0.17	−0.32	0.30	−1.40	0.16	0.21	0.59	0.35	0.73
主动句：动词重复	0.62	0.43	1.45	0.15	−0.59	0.40	−1.46	0.14	−0.08	1.19	−0.06	0.95
把字句：动词重复	0.43	0.41	1.06	0.29	−0.51	0.40	−1.28	0.20	−1.04	1.03	−1.01	0.31
被动句：动词重复	−0.13	0.39	−0.33	0.74	−0.20	0.37	−0.54	0.59	−0.94	0.71	−1.32	0.19
三阶交互												
年龄：主动句：动词重复	1.31	0.47	2.80	0.005**	−1.26	0.46	−2.73	0.006**	−0.35	2.19	−0.16	0.87
年龄：把字句：动词重复	−0.60	0.45	−1.35	0.18	0.67	0.45	1.46	0.14	−0.92	1.63	−0.56	0.57
年龄：被动句：动词重复	0.17	0.38	0.47	0.64	−0.21	0.39	−0.55	0.58	−0.28	1.24	−0.23	0.81

4 讨论

以汉语及物结构(主动句、把字句与被动句)为语料，采用句子重复−图片描述任务，本研究考察了句法结构偏好和动词重复在4~6岁幼儿句法启动中的作用。首先，无论动词是否重复，三种句式均诱发了抽象启动效应。如果幼儿启动某一句法结构(如把字句)后，则在目标句中更倾向于产生该结构(如把字句)，而非其他结构(如主动句、被动句)。说明幼儿的抽象句法表征的产生并不依赖于词汇信息，即不需要通过词汇习得句法知识。同时，词汇重复所诱发的词汇增强效应和幼儿的年龄以及句法结构偏好有关，只有年龄较大幼儿(5~6 岁)在偏好结构(主动句)中，动词重复才会增强幼儿句法的选择比率。最后，与基线相比，启动句为非偏好结构(把字句、被动句)时的启动效应更大，诱发了逆偏好效应。

首先，抽象启动效应的诱发说明在汉语句法表征的起源问题上，幼儿不依赖于动词重复产生启动效应，词汇知识不是汉语句法习得的先决条件，该结论支持了内隐学习理论和早期句法模型。幼儿在习得句法的最初阶段并不像晚期句法模型所假设的那样，必须先借助后天语言中输入的特定词汇才能归纳出一般化的句法表征。借助天生赋予的“心理语法”技能，幼儿在发展的早期就能判断出特定于语言的抽象句法知识。本研究将 Hsu (2014a)在汉语把字句上发现的结论扩展到了主动句和被动句上。4~6 岁幼儿在汉语及物结构中拥有了抽象句法表征能力，句法启动时不需要依赖词汇信息就能复述出相似结构的句子。此外，我们发现幼儿抽象句法的起源也不会受到句法结构偏好的影响，尽管与基线句相比，把字句、被动句的选择比率偏低，但也能诱发抽象启动效应。综上，借助汉语日常交流的常用句法结构，本研究证实至少在 4 岁时汉语幼儿的句法表征就是抽象的，可以独立于词汇信息而产生口语句子。

然而，词汇增强效应的结果却并不一致。动词重复并没有提升非偏好结构(把字句、被动句)的启动效应，偏好结构(主动句)的启动效应也只在大龄幼儿(5~6 岁)中明显增强。首先，与因变量均为非偏好结构的以往研究相比，这一结果支持了 Peter 等(2015)和 Rowland 等(2012)的结论，两项研究均发现幼儿(3~6 岁)在双宾语句中不能产生词汇增强效应。然而，本研究却与 Branigan 和 McLean (2016)结果不一致。分析原因，Branigan 和 McLean (2016)在实验程序中设计的输赢规则有可能会强化幼儿的学习动机，进而提升了启动效应。更为重要的是，仅在大龄幼儿主动句上发现的词汇增强效应，证明了动词重复对幼儿句法表征的影响尚不能如成人一样稳定(元分析: Mahowald et al., 2016; 汉语: 黄健 等, 2022; 于宙, 张清芳, 2020)，而是会受到句法结构偏好与年龄的间接影响。

总而言之，4~6 岁幼儿尚不能同时诱发抽象启动效应和词汇增强效应，推翻了早期语法模型，更符合内隐学习理论的预测，即语言产生中的句法表征起源于一般化的通用学习机制。幼儿句法的习得借助了领域一般性的内隐学习而非领域特异性的语言加工，两种效应代表了不同发展模式的内隐学习过程(黄健 等, 2022)。基于错误驱动的抽象启动效应出现得更早，而借助于工作记忆的词汇增强效应可能需要更晚才能被诱发(Chang et al., 2006)。特别是，大龄幼儿出现的词汇增强效应更是支持了这一观点。词汇信息发挥作用的前提必须是个体具备一定水平的认知能力，但学龄前儿童的工作记忆还未发育成熟，且句法经验、认知控制和动机等因素也与成人存在巨大差异(Chang et al., 2012)。因此，词汇增强效应需要随着年龄的增长而发展(Kumarage et al., 2022; Rowland et al., 2012)。Kumarage 等(2022)通过为期 1.5 年的纵向比较发现，幼儿在 3 岁时就产生了被动句的抽象启动效应，词汇增强效应则只有到 4.5 岁时才会被诱发且会随年龄而增长。

那么，为何是主动句诱发了词汇增强效应？原因在于句法引导策略的自然习得，使得个体天生具备将主语与施事、宾语与受事一一映射的偏向，因此幼儿能够自动加工偏好结构(如主动句)，进而缩短了抽象结构与特定动词间的链接速度与难度。Rowland 与 Monaghan (2017)提出，由于幼儿习惯于使用有限的几个高频动词来产出非偏好结构(如双宾语句)，因此在新动词产出任务中幼儿就只能将在非偏好结构中听到的新动词用偏好(如介词宾语句)复述出来，但反之则不然。原因就在于非偏好结构受限于只能与个别动词牢固链接的模式，使得幼儿很难在启动中关注到更多的动词。与此相反的是，偏好结构与幼儿的先天句法引导策略更为接近，在抽象表征时就更能关注到词汇信息。本研究利用启动任务，借助汉语的及物结构语料首次验证了这一观点，发现相比于非偏好结构(把字句、被动句)，

幼儿在偏好结构(主动句)上抽象表征更强，更容易和词汇信息发生交互作用。该结果说明，虽然在句法起源问题上本研究推翻了晚期句法模型，但是在幼儿句法习得的过程中，语言经验还是与句法表征产生了关联。句法结构偏好是基于共同产生的概率信息发挥作用，在日常交流时多次使用的词语更容易对幼儿的认知表征产生影响，使得幼儿在句法习得过程中能够明确意识到某些特定句法结构是一般化的规则(Chang et al., 2006)。

有趣的是，有别于词汇增强效应，本研究通过比较三种结构的句法选择比率后发现，幼儿和成人一样产生了稳定的逆偏好效应，启动效应与句法结构偏好之间呈现反比关系(母语: Bock, 1986; Segaert et al., 2016; 于宙，张清芳，2020; 二语: Wei et al., 2022)。该结果也同样支持了内隐学习理论。在句法启动过程中个体借助句法结构偏好等信息来对词汇进行基于错误驱动的预期，由于非偏好结构不太可能被期望，产生了比偏好结构更大的预测误差和内隐知识变化，因此会诱发更大的强度变化(Segaert et al., 2016)。那么，为何被动句比把字句的逆偏好效应更大？从题元结构(argument structure)来看，作为汉语特有句式的把字句与主动句十分相似，在语法功能(主语—施事、宾语—受事)、题元顺序(施事—受事)以及强调题元(施事)上大体相同，只是语序略有差别(主动句：SVO; 把字句：S 把 OV)。然而，被动句在语法功能(主语—受事、宾语—施事)、题元顺序(受事—施事)、强调题元(受事)以及语序(O 被 SV)上都与上述两种结构截然不同(Huang et al., 2013; 邵敬敏, 2016)。因此，幼儿普遍存在被动句加工困难，偏好度更低，启动效应也就更大。

此外，从语言普遍性和特异性角度来看，本研究发现的抽象启动效应表明即使在汉语这种语法标记较为隐蔽、语义信息较为敏感的语言中，句法和语义表征也是分离的。与印欧语系相同，汉语也存在独立的句法模块，句法独立表征具有跨语言的一致性。杨萌萌与胡建华(2022)通过自发语料分析发现，汉语幼儿语言习得遵循了先实词后虚词(虚词代表语法)、虚实对称的双向生长模式。Zhu 等(2022)借助毫米级高密度颅内脑电技术发现左额下回不同亚区分别负责汉语句法和语义加工，从神经层面证实了人脑可以独立于语义表征汉语句法知识。

一直以来，儿童在语言产生过程中何时以及如何形成句法表征引发了言语习得领域的激烈争论。本研究的贡献就在于利用启动范式(一种有别于自然言语观察的内隐任务)，借助汉语及物结构尝试回答了这一问题，对现有理论既有验证又有补充。首先，在句法起源问题上，我们将幼儿抽象句法知识独立于词汇信息的结论，扩展到了汉语这种语法标记不太明显、语义权重较大的语言中，验证了幼儿天生就具备的“心理语法”技能的观点。其次，本研究首次在大龄幼儿偏好结构(主动句)上发现的词汇增强效应，除证明了内隐学习机制是人类进行复杂抽象知识学习的一种重要形式外，还强调了语言经验(如句法结构偏好)在句法表征的重要作用。后续研究可通过认知训练来提升幼儿的工作记忆能力或非偏好结构(把字句、被动句)的表征能力，以探讨句法表征与语言能力之间的关系。最后，把字句和被动句的习得作为汉语儿童语言发展领域的热点问题，以往研究多关注句子理解层面(Huang et al., 2013; 龚少英，2007)，而本研究则聚焦于揭示幼儿句子产生过程中的表征机制，丰富了对这两种汉语常见句式习得规律的理解。特别是，我们发现与主动句和把字句不同，被动句的启动效应与年龄、词汇重复均无关联，证明被动句的确是汉语幼儿无法仅靠自然习得就能熟练掌握的句法结构。因此，未来研究可以继续尝试以被动句的掌握水平作为衡量幼儿句子产生能力的指标。例如，Leech 等(2017)发现幼儿对被动句的歧义消解能力可以有效调节被动句理解得分与家庭经济水平间的关系。

稍有遗憾的是，考虑到实验时间过长易导致幼儿产生疲劳效应，我们未充分探究语义生命性因素对幼儿句法表征的影响，而是借助恒定法将生命性在所有实验处理中保持一致。整个实验均采用“有生命施事/无生命受事”，通过条件间的一致性尝试排除了生命性对自变量作用的影响。事实上，有关生命性在幼儿语言习得中的作用，以往研究还存在分歧。有研究者发现生命性不影响幼儿(3~5 岁)的抽象启动效应(Buckle et al., 2017)，但也有研究者发现生命性对幼儿(5~6 岁)主动句的启动效应没有影响，却与被动句存在关联(Gámez & Vasilyeva, 2015)。但在成人中，无论是聚焦于印欧语系的元分析(Chen et al., 2022)，还是汉语相关研究都没有发现生命性与抽象启动效应的关联(Chen et al., 2020; Huang et al., 2016; 黄健 等, 2022)。可见，虽然语义生命性在成人中作用有限，但在幼儿句子习得中还存在争议。所以，未来研究需要深入探究生命性的作用。

5　结论

本研究采用句法启动范式，在 4~6 岁汉语幼儿中探究了口语句子产生过程中抽象句法表征的起源问题以及句法结构与动词重复知识的关联机制。研究发现，三种汉语常见及物结构(主动句、把字句和被动句)均诱发了抽象启动效应，说明幼儿不依赖词汇信息就能产生抽象句法知识，揭示了幼儿口语句子产生的本质。此外，虽然动词重复会诱发增强效应，但只表现在大龄幼儿对偏好结构(主动句)的启动中。同时，三种结构间因句法偏好的差异而产生了逆偏好效应。整体来看，幼儿的汉语句子习得遵循了内隐学习理论。

参　考　文　献

Bates, D., Kliegl, R., Vasishth, S., & Baayen, H. (2018). *Parsimonious mixed models* (arXiv:1506.04967). arXiv. http://arxiv.org/abs/1506.04967

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). *Fitting linear mixed-effects models using lme4* (arXiv: 1406.5823). arXiv. http://arxiv.org/abs/1406.5823

Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, *18*(3), 355−387. https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90004-6

Branigan, H. P., & McLean, J. F. (2016). What children learn from adults' utterances: An ephemeral lexical boost and persistent syntactic priming in adult-child dialogue. *Journal of Memory and Language*, *91*, 141−157. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.02.002

Branigan, H. P., McLean, J., & Jones, M. (2005). A blue cat or a cat that is blue? Evidence for abstract syntax in young children's noun phrases. In A. Brugos & M. R. Clark-Cotton (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Boston University Conference on Language Development* (Vols. 1−2, pp. 109−121). Cascadilla Press.

Branigan, H. P., & Pickering, M. J. (2017). An experimental approach to linguistic representation. *Behavioral and Brain Sciences*, *40*, e282. https://doi.org/10.1017/S0140525X16002028

Brown, V. A. (2021). An introduction to linear mixed-effects modeling in R. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, *4*(1), 1−19. https://doi.org/10.1177/2515245920960351

Buckle, L., Lieven, E., & Theakston, A. L. (2017). The effects of animacy and syntax on priming: A developmental study. *Frontiers in Psychology*, *8*, e2246. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02246

Bybee, J. (2006). From usage to grammar: The mind's response to repetition. *Language*, *82*(4), 711−733. https://www.jstor.org/stable/4490266

Chang, F., Dell, G. S., & Bock, K. (2006). Becoming syntactic. *Psychological Review*, *113*(2), 234−272. https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.2.234

Chang, F., Janciauskas, M., & Fitz, H. (2012). Language adaptation and learning: Getting explicit about implicit learning. *Language and Linguistics Compass*, *6*(5), 259−278. https://doi.org/10.1002/lnc3.337

Chen, Q. R. (2012). Syntactic priming: Paradigm and controversy in language comprehension. *Advances in Psychological Science*, *20*(2), 208−218. https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2012.00208

[陈庆荣. (2012). 句法启动研究的范式及其在语言理解中的争论. *心理科学进展*, *20*(2), 208−218.]

Chen, X. M., Branigan, H. P., Wang, S. P., Huang, J., & Pickering, M. J. (2020). Syntactic representation is independent of semantics in Mandarin: Evidence from syntactic priming. *Language, Cognition and Neuroscience*, *35*(2), 211−220. https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1644355

Chen, X. M., Hartsuiker, R. J., Muylle, M., Slim, M. S., & Zhang, C. (2022). The effect of animacy on structural priming: A replication of Bock, Loebell and Morey (1992). *Journal of Memory and Language*, *127*, 104354. https://doi.org/10.1016/j.jml.2022.104354

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, *41*(4), 1149−1160. https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149

Fisher, C. (2002). The role of abstract syntactic knowledge in language acquisition: A reply to Tomasello (2000). *Cognition*, *82*(3), 259−278. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(01)00159-7

Foltz, A., Thiele, K., Kahsnitz, D., & Stenneken, P. (2015). Children's syntactic-priming magnitude: Lexical factors and participant characteristics. *Journal of Child Language*, *42*(4), 932−945. https://doi.org/10.1017/S0305000914000488

Gámez, P. B., & Shimpi, P. M. (2016). Structural priming in Spanish as evidence of implicit learning. *Journal of Child Language*, *43*(1), 207−233. https://doi.org/10.1017/S0305000915000161

Gámez, P. B., & Vasilyeva, M. (2015). Exploring interactions between semantic and syntactic processes: The role of animacy in syntactic priming. *Journal of Experimental Child Psychology*, *138*, 15−30. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.04.009

Gong, S. Y. (2007). The development features of syntactic awareness on "ba" and "bei" construction in 4-5years old preschool children. *Educational Science*, *23*(1), 92−94.

[龚少英. (2007). 4-5 岁幼儿把字句和被字句句法意识发展的特点. *教育科学*, *23*(1), 92−94.]

Hsu, D. B. (2014a). Mandarin-speaking three-year-olds' demonstration of productive knowledge of syntax: Evidence from syntactic productivity and structural priming with the SVO-ba alternation. *Journal of Child Language*, *41*(5), 1115−1146. https://doi.org/10.1017/S0305000913000408

Hsu, D. B. (2014b). Structural priming as learning: Evidence from Mandarin-learning 5-year-olds. *Language Acquisition*, *21*(2), 156−172. https://doi.org/10.1080/10489223.2014.884571

Hsu, D. B. (2018). Children's syntactic representation of the transitive constructions in Mandarin Chinese. *PLOS ONE*, *13*(11), e0206788. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206788

Hsu, D. B. (2019). Children's adaption to input change using an abstract syntactic representation: Evidence from structural priming in Mandarin-speaking preschoolers. *Frontiers in Psychology*, *10*, e2186. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02186

Huang, J., Pickering, M. J., Yang, J. H, Wang, S. P., & Branigan, H. P. (2016). The independence of syntactic processing in Mandarin: Evidence from structural priming. *Journal of Memory and Language*, *91*, 81−98. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.02.005

Huang, J., Yang, Z. Y., Hong, D. P., Liu, X. Q., & Wang, S. P. (2022). Different mechanisms for head and non-head words in the lexical boost effect on syntactic priming. *Acta Psychologica Sinica*, *54*(11), 1354−1365. https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2022.01354

[黄健，杨子瑜，洪丹萍，刘喜琴，王穗苹. (2022). 中心词和

非中心词在句法启动的词汇增强效应中存在不同的机制. *心理学报, 54*(11), 1354−1365.]

Huang, Y. T., Zheng, X., Meng, X., & Snedeker, J. (2013). Children's assignment of grammatical roles in the online processing of Mandarin passive sentences. *Journal of Memory and Language*, *69*(4), 589−606. https://doi.org/10.1016/j.jml.2013.08.002

Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Shimpi, P. (2004). Syntactic priming in young children. *Journal of Memory and Language*, *50*(2), 182−195. https://doi.org/10.1016/j.jml.2003.09.003

Huttenlocher, J., Waterfall, H., Vasilyeva, M., Vevea, J., & Hedges, L. V. (2010). Sources of variability in children's language growth. *Cognitive Psychology*, *61*(4), 343−365. https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2010.08.002

Jaeger, T. F. (2008). Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards logit mixed models. *Journal of Memory and Language*, *59*(4), 434−446. https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.11.007

Kidd, E. (2012). Implicit statistical learning is directly associated with the acquisition of syntax. *Developmental Psychology*, *48*(1), 171−184. https://doi.org/10.1037/a0025405

Kumarage, S., Donnelly, S., & Kidd, E. (2022). Implicit learning of structure across time: A longitudinal investigation of syntactic priming in young English-acquiring children. *Journal of Memory and Language*, *127*, e104374. https://doi.org/10.1016/j.jml.2022.104374

Leech, K., Rowe, M. L., & Huang, Y. T. (2017). Variations in the recruitment of syntactic knowledge contribute to SES differences in syntactic development. *Journal of Child Language*, *44*(4), 995−1009. https://doi.org/10.1017/S0305000916000210

Levelt, W. J. M., & Wheeldon, L. (1994). Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, *50*(1−3), 239−269. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90030-2

Mahowald, K., James, A., Futrell, R., & Gibson, E. (2016). A meta-analysis of syntactic priming in language production. *Journal of Memory and Language*, *91*, 5−27. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.03.009

Messenger, K. (2021). The persistence of priming: Exploring long-lasting syntactic priming effects in children and adults. *Cognitive Science*, *45*(6), e13005. https://doi.org/10.1111/cogs.13005

Messenger, K., Branigan, H. P., & McLean, J. F. (2011). Evidence for (shared) abstract structure underlying children's short and full passives. *Cognition*, *121*(2), 268−274. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.07.003

Messenger, K., & Fisher, C. (2018). Mistakes weren't made: Three-year-olds' comprehension of novel-verb passives provides evidence for early abstract syntax. *Cognition*, *178*, 118−132. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.05.002

Peter, M., Chang, F., Pine, J. M., Blything, R., & Rowland, C. F. (2015). When and how do children develop knowledge of verb argument structure? Evidence from verb bias effects in a structural priming task. *Journal of Memory and Language*, *81*, 1−15. https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.12.002

Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (1998). The representation of verbs: Evidence from syntactic priming in language production. *Journal of Memory and Language*, *39*(4), 633−651. https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2592

Pickering, M. J., & Ferreira, V. S. (2008). Structural priming: A critical review. *Psychological Bulletin*, *134*(3), 427−459. https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.3.427

Rowland, C. F., Chang, F., Ambridge, B., Pine, J. M., & Lieven, E. V. M. (2012). The development of abstract syntax: Evidence from structural priming and the lexical boost. *Cognition*, *125*(1), 49−63. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.06.008

Rowland, C. F., & Monaghan, P. (2017). Developmental psycholinguistics teaches us that we need multi-method, not single-method, approaches to the study of linguistic representation. *Behavioral and Brain Sciences*, *40*, e308. https://doi.org/10.1017/S0140525X17000565

Savage, C., Lieven, E., Theakston, A., & Tomasello, M. (2003). Testing the abstractness of children's linguistic representations: Lexical and structural priming of syntactic constructions in young children. *Developmental Science*, *6*(5), 557−567. https://doi.org/10.1111/1467-7687.00312

Savage, C., Lieven, E., Theakston, A., & Tomasello, M. (2006). Structural priming as implicit learning in language acquisition: The persistence of lexical and structural priming in 4-year-olds. *Language Learning and Development*, *2*(1), 27−49. https://doi.org/10.1207/s15473341lld0201_2

Segaert, K., Wheeldon, L., & Hagoort, P. (2016). Unifying structural priming effects on syntactic choices and timing of sentence generation. *Journal of Memory and Language*, *91*, 59−80. https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.03.011

Shao J. M. (2016). *General theory of modern Chinese* (3rd ed). Shanghai Education Press.

[邵敬敏. (2016). *现代汉语通论* (第 3 版). 上海教育出版社.]

Shen, J. X. (2017). Structural parallelism and the building of a grammatical system: Exploring Chinese grammar in terms of class inclusion. *Journal of East China Normal University (Humanities and Social Sciences)*, *49*(4), 1−11.

[沈家煊. (2017). "结构的平行性"和语法体系的构建——用"类包含"讲汉语语法. *华东师范大学学报(哲学社会科学版)*, *49*(4), 1−11.]

Shimpi, P. M., Gámez, P. B., Huttenlocher, J., & Vasilyeva, M. (2007). Syntactic priming in 3- and 4-year-old children: Evidence for abstract representations of transitive and dative forms. *Developmental Psychology*, *43*(6), 1334−1346. https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1334

Sun, C. F., & Givón, T. (1985). On the so-called SOV word order in Mandarin Chinese: A quantified text study and its implications. *Language*, *61*(2), 329−351. https://doi.org/10.2307/414148

Tomasello, M. (2000). Do young children have adult syntactic competence? *Cognition*, *74*(3), 209−253. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00069-4

Wei, R., Kim, S.-A., & Shin, J.-A. (2022). Structural priming and inverse preference effects in L2 grammaticality judgment and production of English relative clauses. *Frontiers in Psychology*, *13*, e845691. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.845691

Xu, T. Q. (2001). Fundamental structural principles of Chinese semantic syntax in terms of ZI. *Applied Linguistics*, (1), 3−13. https://doi.org/10.16499/j.cnki.1003-5397.2001.01.001

[徐通锵. (2001). 字和汉语语义句法的基本结构原理. *语言文字应用*, (1), 3−13.]

Yang, M. M., & Hu, J. H. (2022). A study of the diachronic change of syntax in Chinese from the perspective of child language acquisition. *Foreign Language Research*, (6), 66−72. https://doi.org/10.16263/j.cnki.23-1071/h.2022.06.010

[杨萌萌, 胡建华. (2022). 儿童语言获得视角下的句法演化研究——以古今汉语句法结构层级的发展为例. *外语学刊*, (6), 66−72.]

Yang Y. F. (2015). *Psycholinguistics*. Science Press.

[杨玉芳. (2015). *心理语言学*. 科学出版社.]

Yu, Z., & Zhang, Q. F. (2020). Syntactic structure and verb overlap influence the syntactic priming effect in Mandarin

spoken sentence production. *Acta Psychologica Sinica*, *52*(3), 283−293. https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2020.00283

[于宙，张清芳. (2020). 句法结构和动词重复对汉语句子口语产生中句法启动效应的影响. *心理学报*, *52*(3), 283−293.]

Zhou, G. G. (1994). An analysis of the acquisition mechanism of Chinese passive sentences. *Chinese Teaching in the World*, (1), 30−36

[周国光. (1994). 试析汉语被动句的习得机制. *世界汉语教学*, (1), 30−36.]

Zhu, Y., Xu, M., Lu, J., Hu, J., Kwok, V. P. Y., Zhou, Y., Yuan, D., Wu, B., Zhang, J., Wu, J., & Tan, L. H. (2022). Distinct spatiotemporal patterns of syntactic and semantic processing in human inferior frontal gyrus. *Nature Human Behaviour*, *6*(8), 1104−1111. https://doi.org/10.1038/s41562-022-01334-6

The role of syntactic structure and verb overlap in spoken sentence production of 4- to 6-year-olds: Evidence from syntactic priming in Mandarin

WANG Yang[1,2], ZHANG Linshuang[1], CUI Nannan[1], WU Yan[1,3]

([1] *School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun* 130024, *China*)

([2] *Key Laboratory of Mental Development and Learning Science, Xinjiang Normal University, Urumchi* 830017, *China*)

([3] *Jilin Provincial Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Brain Development, Changchun* 130024, *China*)

Abstract

The period between the ages of 4 and 6 is crucial for young children to develop their capacity for spoken sentence production. The interplay between syntactic and lexical information in children's sentence production has garnered attention in the field of language acquisition. Recently, experts in Indo-European languages have begun to utilize the priming paradigm to address this question; however, theoretical conflicts remain.

Unlike Indo-European languages, Mandarin, as an isolating language, relies on function words and word order instead of morphological changes to express grammar. Some researchers have even proposed that Chinese syntax is a language usage and there is no syntactic structure separate from semantics. Consequently, we intend to evaluate pre-existing theories by scrutinizing the syntactic representation in four-to-six-year-old Mandarin-speaking children. To examine the effects of syntactic structure and verb repetition on the syntactic representation of Chinese in young children, we employed a syntactic priming paradigm with sentence repetition and image description tasks using the particular transitive structures of Chinese (SVO, S*ba*OV, and S*bei*OV) as the corpus. A total of 77 preschool children with an average age of 4.4 years were enrolled in the experiment. The study involved the manipulation of Prime types (SVO, S*ba*OV, S*bei*OV, and baseline) and Verb types (no overlap versus overlap). The dependent variable was the ratio of syntactic choices.

The results of the study showed that abstract priming effects are induced by the three syntactic structures, irrespective of whether the verb overlaps or not. Especially, when young children begin a specific sentence pattern, such as an S*ba*OV structure, they tend to formulate an S*ba*OV structure in the target sentence rather than an SVO or S*bei*OV structure. This implies that the development of syntactic knowledge does not rely on lexical information. Additionally, it is worth mentioning that despite the absence of an increase in priming strength in S*ba*OV or S*bei*OV structures with verb overlap, the probability of older children (5-6 years old) opting for an SOV structure during priming is augmented. This finding implies that the emergence of verb boost effects is influenced by the age of children and their syntactic structural preferences. Moreover, the priming effect of non-preferential structures is more powerful than that of preferential structures regardless of whether the verb overlaps, resulting in a reverse preferential effect.

To summarize, the acquisition of syntax in Chinese children aligns with the Implicit Learning Theory, whereby they exhibit abstract priming effects stemming from their anticipation of error estimates. Conversely, the lexical boost effect is determined by their working memory. Simultaneously, this research challenges both the RA-Early and RA-Later syntactic models, which rely on the Residual Activation Theory. We believe that children’s syntactic representations may not emerge exclusively from the syntactic structures and node links between verbs. In essence, it is not feasible to induce both abstract priming and lexical reinforcement effects in young children during the early stages of cognitive development. Furthermore, establishing lexical dependency effects before generating abstract representations is not a prerequisite.

Keywords children, sentence production, abstract priming effect, lexical boost/dependent effect, syntactic structure preference

附录

A：实验指导语与实验材料

A1：实验指导语

采用句法启动和图片描述任务，每个幼儿单独测试。测试者告诉幼儿将参加一个游戏活动），“想和老师玩一个猜图片(动画)的游戏吗？” 在每轮实验中，测试者先用一种句法结构(如主动句，小牛抱起了石头)来描述启动图片。接着，让幼儿重复说一遍这个句子。然后，给幼儿看一张新图片(目标图)，并让他们描述。在正式实验前，有 4 个练习句。测试者提问：“这是什么？”、“这个动作叫什么？”、“这句话的意思是什么？”、“这个图片上(动画里)发生了什么事？”等问题，以保证幼儿熟悉游戏规则。

A2：及物结构(主动句、把字句和被动句)实验材料

序号	动词	启动句/图			目标句/图		
		施事	动词	受事	施事	动词	受事
1	放下	小牛	放下	书包	小狗	放下	手枪
2	打破	小猫	打破	鸡蛋	小狗	打破	杯子
3	穿上	小狗	穿上	鞋子	兔子	穿上	衣服
4	挂起	爸爸	挂起	灯笼	警察	挂起	红旗
5	吃掉	猴子	吃掉	香蕉	小狗	吃掉	骨头
6	摘下	爷爷	摘下	苹果	奶奶	摘下	眼镜
7	戴上	奶奶	戴上	眼镜	爷爷	戴上	帽子
8	推开	小羊	推开	窗户	小熊	推开	大门
9	打开	小熊	打开	盒子	小鸭	打开	箱子
10	摔坏	狐狸	摔坏	玩具	小狗	摔坏	花瓶
11	拔掉	小牛	拔掉	钉子	老虎	拔掉	牙齿
12	脱掉	弟弟	脱掉	裤子	小猴	脱掉	衣服
13	打碎	老虎	打碎	镜子	小马	打碎	水缸
14	偷走	狐狸	偷走	电视	小猴	偷走	手机
15	端来	小猪	端来	蛋糕	奶奶	端来	水果
16	搬起	小牛	搬起	石头	小熊	搬起	箱子
17	系上	爸爸	系上	领带	哥哥	系上	红领巾
18	吹灭	小猪	吹灭	火柴	叔叔	吹灭	蜡烛
19	踩坏	小熊	踩坏	花草	小猴	踩坏	气球
20	抱起	小狗	抱起	西瓜	小猴	抱住	大树
21	写完	古人	写完	书法	姐姐	写完	作业
22	洗净	兔子	洗净	衣服	奶奶	洗净	盘子
23	吹走	小熊	吹走	花朵	小猪	吹走	树枝
24	举起	小牛	举起	凳子	小猴	举起	水桶
25	撕掉	小狗	撕掉	书本	小牛	撕掉	扇子
26	踢翻	狐狸	踢翻	积木	大灰狼	踢翻	水盆
27	剪断	姐姐	剪断	长发	小牛	剪断	绳子
28	盖上	老虎	盖上	杯盖	小猴	盖上	盒子
29	关掉	小狗	关掉	电视	爸爸	关掉	手机
30	捡起	小猴	捡起	飞机	哥哥	捡起	书本
31	拿起	小鸡	拿起	画笔	小猫	拿起	水杯
32	修好	爸爸	修好	水龙头	爷爷	修好	车子
33	喝掉	小猪	喝掉	牛奶	小马	喝掉	饮料
34	踢飞	老虎	踢飞	鞋子	小象	踢飞	皮球
35	扔掉	小狗	扔掉	纸团	猴子	扔掉	香蕉皮
36	关上	妈妈	关上	窗户	奶奶	关上	房门

A3：基线句实验材料

序号	启动句/图			目标句/图		
	施事	动词	补语	施事	动词	受事
1	小鸟	掉进	水里	猴子	吹响	口哨
2	小熊	走进	洞里	小鸭	扔掉	书本
3	小羊	坐在	沙发上	哥哥	喝掉	矿泉水
4	猴子	爬上	山顶	小马	追上	汽车
5	小马	跑出	门口	姐姐	做好	风筝
6	小鸟	飞上	天空	兔子	拔出	萝卜
7	小猫	趴在	桌上	妹妹	举起	冰淇淋
8	鸭子	游在	河上	老师	拿起	教鞭
9	小猫	躲在	桌下	老虎	提起	灯笼
10	男孩	躺在	地上	叔叔	穿上	衣服
11	爷爷	走下	楼梯	小猫	脱掉	鞋子
12	小鸟	站在	树枝上	龙猫	拿起	电话

B：三种句法结构混合效应模型的随机效应

附表 1　不同启动条件下三种句法结构混合效应模型的随机效应

▲主动句(模型 1)：
收敛模型公式：目标反应 = 启动类型 × 动词类型 × 年龄 +
(1 + 主动句 + 把字句 + 被动句 + 动词重复 + 主动句：动词重复 + 把字句:动词重复 + 被动句：动词重复 | 被试) +
(1 + 年龄 + 主动句 + 把字句 + 动词重复 + 年龄：主动句 + 年龄：动词重复 + 主动句:动词重复 + 把字句：动词重复 + 年龄：主动句：动词重复 + 年龄：把字句：动词重复 | 项目)

被试			项目		
随机项	*Variance*	*SD*	随机项	*Variance*	*SD*
截距	0.24	0.49	截距	0.22	0.47
主动句	0.26	0.51	年龄	0.02	0.14
把字句	0.21	0.46	主动句	0.18	0.42
被动句	0.18	0.42	把字句	0.07	0.27
动词重复	1.16	1.08	动词重复	0.98	0.99
主动句:动词重复	1.86	1.37	年龄：主动句	0.03	0.16
把字句:动词重复	1.07	1.03	年龄：动词重复	0.32	0.57
被动句:动词重复	0.68	0.82	主动句：动词重复	0.41	0.64
			把字句：动词重复	0.43	0.66
			年龄：主动句：动词重复	0.18	0.43
			年龄：把字句：动词重复	1.92	1.39

▲把字句(模型 2)
收敛模型公式：目标反应 = 启动类型 × 动词类型 × 年龄 +
(1 + 主动句 + 把字句 + 被动句 + 动词重复 + 年龄：主动句 + 年龄：把字句 + 主动句：动词重复 + 把字句：动词重复 + 被动句：动词重复 | 被试) +
(1 + 年龄 + 主动句 + 把字句 + 动词重复 + 年龄：主动句 + 年龄:动词重复 + 主动句：动词重复 + 把字句：动词重复+ 年龄：主动句：动词重复 + 年龄：把字句：动词重复 | 项目)

被试			项目		
随机项	*Variance*	*SD*	随机项	*Variance*	*SD*
截距	0.20	0.44	截距	0.15	0.39
主动句	0.10	0.32	年龄	0.02	0.12
把字句	0.31	0.55	主动句	0.16	0.34

续表

被试			项目		
随机项	*Variance*	*SD*	随机项	*Variance*	*SD*
被动句	0.17	0.42	把字句	0.11	0.33
动词重复	0.95	0.97	动词重复	0.87	0.93
年龄:主动句	0.02	0.14	年龄：主动句	0.07	0.27
年龄:把字句	0.10	0.31	年龄：动词重复	0.42	0.65
主动句:动词重复	1.34	1.16	主动句：动词重复	0.40	0.63
把字句:动词重复	1.33	1.15	把字句：动词重复	0.49	0.70
被动句:动词重复	0.64	0.80	年龄：主动句：动词重复	0.39	0.62
			年龄：把字句：动词重复	1.22	1.11

▲被动句(模型 3)
收敛模型公式：目标反应 = 启动类型 × 动词类型 × 年龄 +
(1 + 主动句 + 把字句 + 被动句 + 动词重复 + 主动句：动词重复 + 把字句：动词重复 | 被试)+
(1 + 主动句 + 把字句 + 年龄：把字句 + 年龄：动词重复 + 把字句：动词重复 + 年龄：把字句：动词重复 | 项目)

被试			项目		
随机项	*Variance*	*SD*	随机项	*Variance*	*SD*
截距	0.03	0.17	截距	0.05	0.23
主动句	1.77	1.33	主动句	1.42	1.19
把字句	2.66	1.63	把字句	0.47	0.69
被动句	0.59	0.77	年龄：把字句	0.01	0.10
动词重复	0.69	0.83	年龄：动词重复	0.15	0.39
主动句：动词重复	9.81	3.13	把字句：动词重复	2.56	1.60
把字句：动词重复	17.14	4.14	年龄：把字句：动词重复	3.61	1.90